

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP04/11649

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 NOV 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 49 476.6

Anmeldetag: 21. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung: Zeitgenaue Durchführung einer Mess-
oder Steueraktion sowie Synchronisation
mehrerer solcher Aktionen

IPC: G 08 C 25/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

Zeitgenaue Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie Synchronisation mehrerer solcher Aktionen

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie auf ein Steuergerät zur Ausführung dieses Verfahrens. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen.

10

Als Messaktion wird ein Vorgang bezeichnet, bei welchem mittels eines Messgeräts Daten erhoben sowie gespeichert oder weitergeleitet werden. Als Steueraktion wird noch allgemeiner ein Vorgang bezeichnet, im Zuge dessen ein technisches Gerät zu irgendeiner Aktion, z.B. eine Bewegung, ein elektrischer Schaltprozess, etc. veranlasst wird.

15

Eine solche Mess- oder Steueraktion umfasst in der Regel eine Kaskade von einzelnen Schaltvorgängen wie beispielsweise das Anschalten einer Betriebsspannung, Aktivieren oder Deaktivieren eines Messkanals, Einlesen und Auslesen eines Speicherregisters, Veranlassen eines Datentransfers o. dergl.

20

Eine Vorrichtung, die eine Mess- oder Steueraktion eines technischen Geräts (insbesondere Messgeräts) auslöst oder veranlasst, wird als Steuergerät bezeichnet.

Als synchron werden zwei Aktionen bezeichnet, wenn der Ablauf beider Aktionen von der selben Zeitskala bestimmt ist. Im Sinne der obigen Definition müssen zwei synchrone Aktionen also nicht notwendigerweise gleichzeitig ablaufen. Wesentlich ist vielmehr, dass zwischen jedem Moment der ersten Aktion und jedem Moment der zweiten Aktion eine wohldefinierte und bestimmbare zeitliche Korrelation besteht.

30

35

Es ist in der Praxis häufig erforderlich, eine Aktion zu einem bestimmten, exakt vorgegebenen Zeitpunkt durchzuführen oder zumindestens den Zeitpunkt, zu dem eine Aktion durchgeführt wird, exakt zu kennen. Dieses Erfordernis besteht vor
5 allem dann, wenn mehrere, insbesondere in großem räumlichen Abstand voneinander angeordnete Geräte in enger zeitlicher Koordination zusammenarbeiten. Ein Beispiel hierfür sind seismographische Messverfahren.

- 10 Bei einem solchen Verfahren wird üblicherweise mittels einer Vielzahl räumlich verteilter Erschütterungssensoren die Ausbreitung einer Schock- oder Druckwelle im Boden aufgenommen. Durch Vergleich der von verschiedenen Sensoren aufgenommenen Erschütterungsmuster ist es möglich, den Ort einer Erschütte-
15 rungsquelle zu lokalisieren (z.B. Erdbebedetektion) oder durch Erzeugung künstlicher Erschütterungen Rückschlüsse über die Bodenstruktur zu gewinnen (seismographische Bodenuntersuchung). Die Aussagekraft eines solchen Untersuchungsverfahrens hängt maßgeblich davon ab, wie präzise die Erschütte-
20 rungsmuster der einzelnen Sensoren miteinander zeitlich korreliert werden können. Hierfür ist es erforderlich, dass die von verschiedenen Sensoren durchgeführten Messaktionen in höchstem Maße synchron ablaufen.

Vergleichbare Anforderungen an die Synchronisation von Messaktionen bestehen auch bei akustischen Messverfahren (Echolot etc.) sowie bei Untersuchungen des Schwingungsverhaltens einer mechanischen Konstruktion.

- 30 Es ist üblich, eine Mess- oder Steueraktion durch eine Uhr zu "triggern", d.h. zu einem bestimmten Zeitpunkt auszulösen. Werden verschiedene Aktionen durch unabhängige Uhren getriggert, so sind diese Aktionen infolge des durch die Ungenauigkeit der Uhren verursachten Zeitunterschieds nur in be-
35 schränktem Maße synchron. Die Synchronität kann verbessert werden, indem die Uhren z.B. durch GPS-Signale oder Funkuhr-Signale abgeglichen werden.

Eine Zeitungenauigkeit, und damit verbunden ein Verlust an Synchronität, entsteht auch dadurch, dass eine Mess- oder Steueraktion in aller Regel kein zeitlich punktförmiger Vorgang ist, sondern infolge der Mehrzahl vorzunehmender Schaltvorgänge eine gewisse Zeitspanne in Anspruch nimmt. Die eigentliche Messung oder Ansteuerung findet daher zumeist nicht direkt bei Ausgabe eines Triggerbefehls statt, sondern zu einem späteren Zeitpunkt, der mit dem Trigger-Zeitpunkt nur vergleichsweise ungenau zeitlich korreliert ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das auf einfache Weise eine besonders zeitgenaue Durchführung einer Mess- oder Steueraktion ermöglicht. Insbesondere soll auch ein geeignetes Steuergerät zur Durchführung dieses Verfahrens angegeben werden. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur besonders präzisen Synchronisation zweier Mess- und Steueraktionen anzugeben.

Bezüglich des Verfahrens zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich des zugehörigen Steuergeräts wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7.

Danach ist ein Empfänger vorgesehen, mit dem ein Zeitreferenzsignal empfangen und anhand des Zeitreferenzsignals ein zeitlich periodisches Synchronisationssignal erzeugt wird. Als Zeitreferenzsignal kann ein beliebiges Signal herangezogen werden, aus welchem eine Zeitskala ableitbar ist. Dieses Signal kann künstlichen Ursprungs sein, insbesondere ein GPS-Signal oder ein Funkuhrsignal. Als Zeitreferenzsignal kann aber auch ein natürliches Signal herangezogen werden. Beispielsweise wäre es bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Weltraum denkbar, den regelmäßig gepulsten Radiowellenausstoß eines Pulsars als Zeitreferenzsignal

heranzuziehen. Das Steuergerät umfasst weiterhin einen Taktgeber, durch welchen eine Schaltfrequenz erzeugt wird.

Das Synchronisationssignal und die Schaltfrequenz werden nun
5 in einem Impulsteiler derart verknüpft, dass die Periode des Synchronisationssignals in eine Anzahl von Schaltintervalle unterteilt wird. Durch diese Schaltintervalle wird eine Ablaufsteuerung für die Mess- oder Steueraktion getaktet. Das bedeutet, dass eine hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen
10 intervallweise abgearbeitet wird, so dass jedem Schaltintervall ein Schaltbefehl zugeordnet wird, der an das die Aktion durchführende Gerät ausgegeben wird und somit zum Zeitpunkt des Schaltintervalls einen entsprechenden Schaltvorgang der Aktion auslöst. Der Schaltbefehl kann insbesondere auch ein
15 Leerbefehl sein, durch welchen kein expliziter Schaltvorgang ausgelöst wird, so dass der Status quo für die Dauer des zugeordneten Schaltintervalls aufrechterhalten wird.

Indem erfindungsgemäß das aus einer externen Zeitreferenz gewonnene Synchronisationssignal nach Unterteilung in Schaltintervalle direkt zur Ablaufsteuerung der Mess- oder Steueraktion herangezogen wird, wird eine besonders hohe Zeitauflösung erreicht. Ein entscheidender Vorteil des Verfahrens und des zugehörigen Steuergeräts liegt darin, dass jedem Schaltvorgang der Aktion über das zugewiesene Schaltintervall ein
20 im Rahmen der Genauigkeit der Zeitreferenz exakter Zeitpunkt zugeordnet ist. Hierdurch kann der Zeitpunkt einer Messung oder Ansteuerung und deren gesamter Verlauf mit höchster Präzision bestimmt werden.

30

Bevorzugt ist der Empfänger ein GPS-Empfänger, der das weltweit empfangbare GPS-Signal aufnimmt. Solche Empfänger sind in vielfältigen Variationen kommerziell erhältlich. Als Synchronisationssignal wird hierbei zweckmäßigerweise das PPS
35 (Puls pro Sekunde)-Signal herangezogen, das ein GPS-Empfänger häufig standardmäßig mit einer Präzision von bis zu ca. +/- 60 nsec ausgibt.

Zur Erhöhung der Präzision des Synchronisationssignals wird dieses bevorzugt vorlaufend durch einen Korrekturwert korrigiert. Allgemein enthält ein solcher Korrekturwert Informationen über den momentanen Zeitfehler des Synchronisationssignals. Dieser Fehler wird vor allem durch die endliche Laufzeit des Zeitreferenzsignals oder des Synchronisationssignals (infolge der endlichen Leitungslänge, etc.) sowie durch Ablenkungs-, Reflexions- oder Echoeffekte verursacht.

10

Ein GPS-Empfänger gibt geeignete Korrekturinformationen, aus denen ein solcher Korrekturwert (PFST-Wert) bezogen werden kann, häufig standardmäßig aus. Sowohl das PPS-Signal als auch der PFST-Wert sind in dem so genannten NMEA(National Marine Electronics Association)-Protokollstandard beschrieben. Das NMEA-Protokoll wird von vielen handelsüblichen GPS-Empfängern zur Datenausgabe verwendet. Durch Korrektur des PPS-Signals mit dem PFST-Wert lässt sich die Genauigkeit des PPS-Signals auf bis zu ca. +/- 10 psec erhöhen.

20

Als im Hinblick auf das Zeit-Präzisions-Verhältnis vorteilhafter Taktgeber wird bevorzugt ein Schwinquarz, insbesondere mit einer Zeitabweichung von $\Delta t/t \leq 10$ psec/sec hinsichtlich der Schaltfrequenz verwendet.

Um das Steuergerät und das mit diesem durchzuführende Verfahren flexibel für eine Vielzahl verschiedener Mess- und Steueraktionen verwenden zu können, ist bevorzugt vorgesehen, dass die im Steuergerät hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen speicherprogrammierbar vorgegeben werden kann und somit an den jeweiligen Bedarf anpassbar ist.

30

Bezüglich eines Verfahrens zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 5.

35

Danach ist vorgesehen, dass jede der zu synchronisierenden Aktionen mittels des vorstehend beschriebenen Durchführungsverfahrens vollzogen wird. Zur Synchronisation der Aktionen reicht es dann aus, der Durchführung jeder Aktion ein gemeinsames Zeitreferenzsignal zugrunde zu legen. Sollen beispielsweise mehrere Messungen an unterschiedlichen Orten mittels des erfindungsgemäßen Durchführungsverfahrens oder des zugehörigen Steuergeräts ausgelöst werden, so sind diese Messungen automatisch synchronisiert, wenn alle Empfänger ihre Zeitreferenz aus dem GPS-Signal beziehen.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 15 FIG 1 schematisch eine seismographische Messeinrichtung mit einer Anzahl von Messstationen,
- FIG 2 schematisch eine ein Steuergerät und ein Messgerät umfassende Messstation gemäß FIG 1 und
- FIG 3 ein vereinfachtes Funktionsschema des Steuergeräts gemäß FIG 2.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in den Figuren stets mit dem selben Bezugszeichen versehen.

In FIG 1 ist schematisch eine seismographische Messeinrichtung dargestellt. Diese Einrichtung umfasst eine Anzahl von Messstationen 1, die räumlich auf ein Messgebiet 2 verteilt angeordnet sind. Jede Messstation 1 ist über eine Datenübertragungsstrecke 3, die als Datenleitung oder drahtlose Übertragungsstrecke ausgebildet sein kann, mit einer Zentraleinheit 4 verbunden. In der Zentraleinheit 4 werden die von jeder Messstation 1 erhobenen Messdaten gesammelt und ausgewertet.

35 Jede Messstation 1 erhält ein Zeitreferenzsignal Z von einer Zeitreferenzquelle 5. Bei der Zeitreferenzquelle 5 handelt es sich um ein System mehrerer GPS-Satelliten. Da das GPS-Signal

weltweit zu empfangen ist, können die Messstationen 1 beliebig über die Erdoberfläche verteilt sein.

Schematisch in FIG 1 angedeutet ist ein Erschütterungszentrum 6, von dem aus sich eine Schockwelle W oder Erschütterungswelle im Boden ausbreitet. Das Erschütterungszentrum 6 ist beispielsweise das Epizentrum eines Erdbebens, der Ort einer Explosion, o. dergl. Das von der Schockwelle W verursachte lokale Erschütterungsmuster wird von jeder Messstation 1 aufgenommen und an die Zentraleinheit 4 übermittelt. Durch Analyse der verschiedenen lokalen Erschütterungsmuster kann dann anhand des Laufzeitunterschieds der Schockwelle W die geographische Position des Erschütterungszentrums 6 bestimmt werden. Um eine Fehlabschätzung der Position des Erschütterungszentrums 6 zu vermeiden, müssen die von den Messstationen 1 ermittelten lokalen Erschütterungsmuster zeitlich mit höchster Präzision miteinander korreliert werden.

Der Aufbau einer jeden Messstation 1 ist in einem schematischen Blockschaltbild in FIG 2 dargestellt. Danach umfasst die Messstation 1 ein Steuergerät 7 und ein Messgerät 8. Das Steuergerät 7 übernimmt die Ablaufsteuerung der Messung. Die eigentliche Messung, d.h. die Erhebung der Messdaten, wird dagegen von dem Messgerät 8 durchgeführt. Bei dem Messgerät 8 handelt es sich um einen Analog/Digital-Wandler oder ein analoges Messgerät. Im Allgemeinen, d.h. von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel losgelöst, kann anstelle des Messgeräts 8 ein beliebiges technisches Gerät, insbesondere ein Schalter, ein Antrieb, ein Ventil etc. an das Steuergerät 7 angeschlossen sein.

Das Steuergerät 7 umfasst einen Empfänger 9, der zur Aufnahme des GPS-Signals als Zeitreferenzsignal Z geeignet ist. Der Empfänger 9 gibt ein so genanntes PPS(Puls pro Sekunde)-Signal aus, das als Synchronisationssignal S einer Korrektureinheit 10 zugeleitet wird. Das PPS-Signal enthält Sekundenpulse mit einer Genauigkeit von ca. 60 nsec. Der Empfänger 9 gibt

weiterhin ein Telegramm T an eine Recheneinheit 11 aus. Das Telegramm T ist ein Komplex von Daten, der u.a. Information über die geographische Position des Empfängers 9, die absolute Ortszeit, sowie einen so genannten PFST-Wert enthält.

5 Der PFST-Wert enthält Informationen darüber, um welche Zeitspanne ein Sekundenpuls des PPS-Signals infolge einer Bahnabweichung eines GPS-Satelliten oder infolge anderer Störeinflüsse wie Witterung, Verdeckung durch ein Flugzeug oder Leitungslängen am Empfänger 9 verfälscht ist.

10

Der PFST-Wert wird als Korrekturwert K einem Schieberegister 12 zugeleitet. Das Schieberegister 12 bestimmt anhand des Korrekturwerts K eine zeitlich variable Verzögerungszeit V, um welche das Synchronisationssignal S in der Korrektureinheit 10 verzögert wird. Die Korrektureinheit gibt ein durch diese Verzögerungszeit V korrigiertes Synchronisationssignal S' aus, dessen Sekundenpulse mit einer Genauigkeit von ± 10 psec erfolgen. Dieses korrigierte Synchronisationssignal S' wird einem Impulsteiler 13 zugeführt.

20

Dem Impulsteiler 13 wird weiterhin die von einem Schwingquarz 14 als Taktgeber erzeugte Schaltfrequenz F zugeführt. Die Zeitabweichung der Schaltfrequenz F ist durch Auswahl eines entsprechend präzisen Schwingquarzes auf $\Delta t/t \leq 10$ psec/sec festgelegt.

25

In dem Impulsteiler 13 wird das Synchronisationssignal S', wie auch aus dem in FIG 3 dargestellten Funktionsschema hervorgeht, anhand der Schaltfrequenz F in eine Anzahl von gleichförmigen Schaltintervallen I_n ($n=1,2,3,\dots$) unterteilt. Die Schaltfrequenz F liegt in dem für einen Schwingquarz typischen MHz-Frequenzbereich, so dass die Anzahl der Schaltintervalle I_n zwischen 10^6 und 10^8 pro Sekunde liegt.

30

35 Mit dem Ablauf der Schaltintervalle I_n wird nun intervallweise eine in einem Speichermodul 15 hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen C_n ($n=1,2,3,\dots$) abgearbeitet. Eine solche

Frequenz von Schaltbefehlen C_n ist z.B. in der folgenden Weise kodifizierbar:

```

...
5  "-"
   "Messkanal 1 aktivieren"
   "-"
   "Betriebsspannung einschalten"
   "-"
10  "-"
   "-"
   "-"
   "-"
   "Messwert in Register lesen"
15  "-"
   "Betriebsspannung ausschalten"
   "-"
   "-"
   "Messwert aus Register auslesen"
20  "-"
   ...

```

Diese beispielhafte Befehlssequenz ist in dem Funktionsschema gemäß FIG 3 bildhaft umgesetzt. Jeder Schaltbefehl C_n wird in Form eines geeigneten Steuersignals P_1 bis P_5 über einen zugehörigen Steuereingang E_1 bis E_4 dem Messgerät 8 zugeleitet und löst dort einen entsprechenden Schaltvorgang des Messgeräts 8 aus.

30 So wird entsprechend dem Schaltbefehl "Messkanal 1 aktivieren" während des Schaltintervalls I_2 das Steuersignal P_1 auf den Steuereingang E_1 gegeben, und hierdurch der entsprechende Messkanal des Messgeräts 8 aktiviert.

35 Auf gleiche Weise werden durch Beschaltung des Steuereingangs E_2 während des Schaltintervalls I_4 die Betriebsspannung mittels des Steuersignals P_2 eingeschaltet sowie während des

Schaltintervalls I_{12} durch das Steuersignal P_4 wieder abgeschaltet. Zum Laden und Auslesen eines Speicherregisters des Messgeräts 8 werden entsprechend im Schaltintervall I_{10} das Steuersignal P_3 auf den Steuereingang E_3 und während des
5 Schaltintervalls I_{15} das Steuersignal P_5 auf den Steuereingang E_4 gegeben. Der Schaltbefehl "-" steht für einen Leerbefehl, durch welchen keine unmittelbare Reaktion des Messgeräts 8 hervorgerufen wird. Er dient somit zur Überbrückung von Schaltpausen und zur zeitgenauen Positionierung der übrigen
10 Schaltvorgänge.

Wie aus FIG 3 zu erkennen ist, ist somit jedem Schaltbefehl C_n , und darüber jedem Schaltvorgang einer Mess- oder Steueraktion ein Schaltintervall I_n zugewiesen. Der Beginn dieses
15 Schaltintervalls I_n ist mit der Genauigkeit des Synchronisationspulses S' plus der Genauigkeit der Schaltfrequenz F pro Periode des Synchronisationssignals S' bestimmbar. Der Zeitpunkt eines jeden Schaltvorgangs des Messgerätes 8 während einer Mess- oder Steueraktion ist somit mit einer Genauigkeit
20 von ± 20 psec bestimmbar.

Zumal jeder Messstation 1 der in FIG 1 dargestellten Messeinrichtung ein gleich präzises Steuergerät 7 zugeordnet ist und zumal alle Messstationen 1 auf das gleiche Zeitreferenzsignal Z zugreifen, sind damit die einzelnen Messungen der Messstationen 1 mit einer Genauigkeit von ± 20 psec synchronisiert.

Die im Speichermodul 15 hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen C_n ist beliebig programmierbar. Das Steuergerät 7 ist
30 dadurch einfach an eine Vielzahl von Mess- und Steueraktionen und an eine Vielzahl anzusteuender Geräte anpassbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion, bei dem ein von einem Empfänger (9) anhand eines Zeitreferenzsignals (Z) erzeugtes zeitlich periodisches Synchronisationssignal (S,S') mittels einer von einem Taktgeber (14) erzeugten Schaltfrequenz (F) in eine Anzahl von Schaltintervallen (I_n) unterteilt wird, wobei jedem Schaltintervall (I_n) ein Schaltbefehl (C_n) zugeordnet wird, durch welchen ein zugehöriger Schaltvorgang der Aktion ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Empfänger (9) ein GPS-Empfänger herangezogen wird, und dass als Synchronisationssignal (S,S') das von dem Empfänger (9) ausgegebene PPS-Signal herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Taktgeber (14) ein Schwingquarz herangezogen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Synchronisationssignal (S) fortlaufend durch einen Korrekturwert (K) korrigiert wird.
5. Verfahren zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen, wobei anhand eines gemeinsamen Zeitreferenzsignals (Z) jede Mess- oder Steueraktion mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Zeitreferenzsignal (Z) das GPS-Signal herangezogen wird.

7. Steuergerät (7) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem Empfänger (9), der zur Erzeugung eines zeitlich periodischen Synchronisationssignals (S, S') anhand eines Zeitreferenzsignals (Z) ausgebildet ist, mit einem Taktgeber (14), der zur Erzeugung einer Schaltfrequenz (F) ausgebildet ist und mit einem Impulsteiler (13), der dazu ausgebildet ist, das Synchronisationssignal (S, S') anhand der Schaltfrequenz (F) in eine Anzahl von Schaltintervallen (I_n) zu unterteilen, jedem Schaltintervall (I_n) einen Schaltbefehl (C_n) zuzuordnen und zur Auslösung eines zugehörigen Schaltvorgangs an ein die Aktion ausführendes Gerät (8) auszugeben.

8. Steuergerät (7) nach Anspruch 7, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , dass dem Impulsteiler (13) eine Sequenz von Schaltbefehlen (C_n) speicherprogrammierbar vorgebar ist.

Zusammenfassung

Zeitgenaue Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie Synchronisation mehrerer solcher Aktionen

5

Es werden ein Verfahren zur besonders zeitgenauen Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie ein zugehöriges Steuergerät (7) angegeben. Dabei wird ein von einem Empfänger (9) anhand eines Zeitreferenzsignals (Z) erzeugtes zeitlich periodisches Synchronisationssignal (S, S') mittels einer von einem Taktgeber (14) erzeugten Schaltfrequenz (F) in eine Anzahl von Schaltintervallen (I_n) unterteilt, wobei jedem Schaltintervall (I_n) ein Schaltbefehl (C_n) zugeordnet wird, durch welchen ein zugehöriger Schaltvorgang der Aktion ausgelöst wird. Zur besonders präzisen Synchronisation mehrerer Mess- oder Steueraktionen wird jede Aktion durch das vorstehend beschriebene Verfahren unter Zugrundelegung eines gemeinsamen Zeitreferenzsignals (Z) durchgeführt.

20

FIG 2

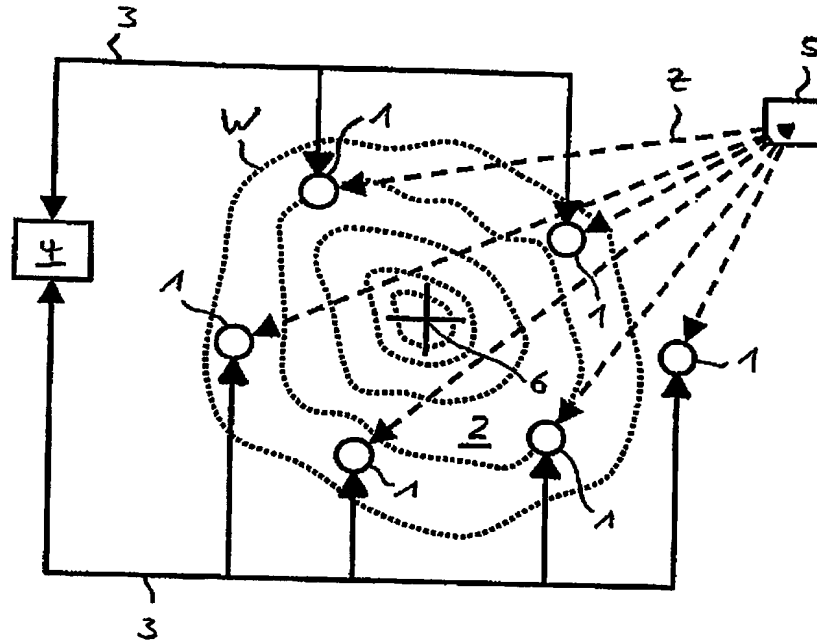


Fig. 1

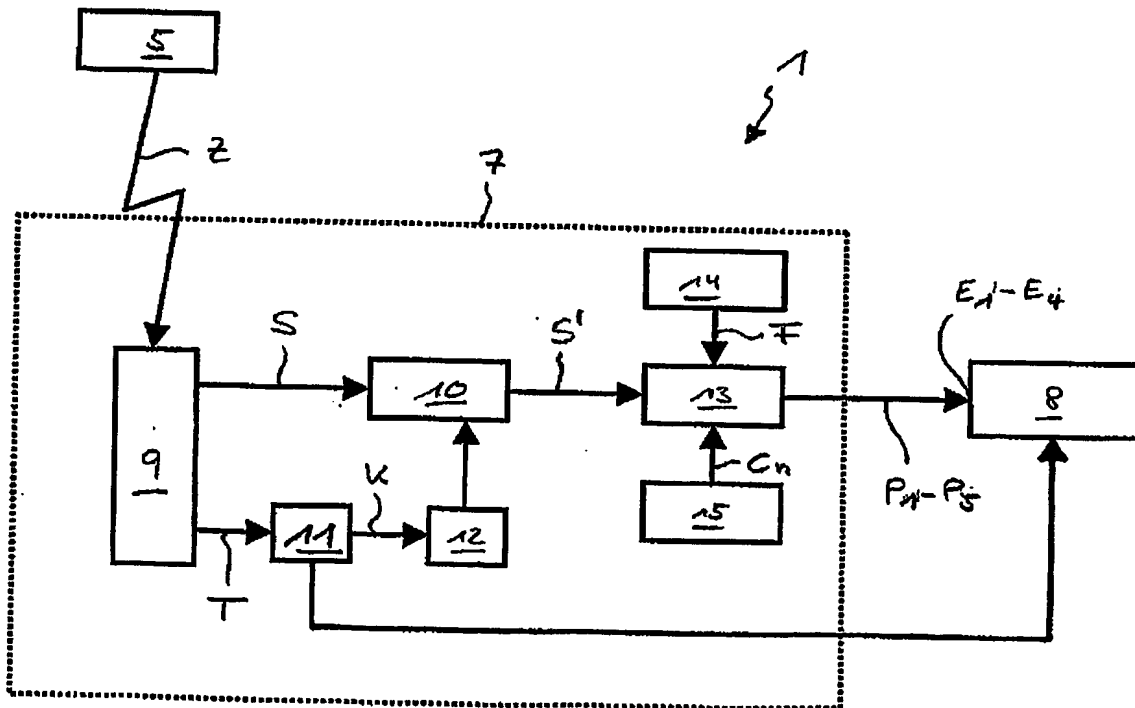


Fig. 2

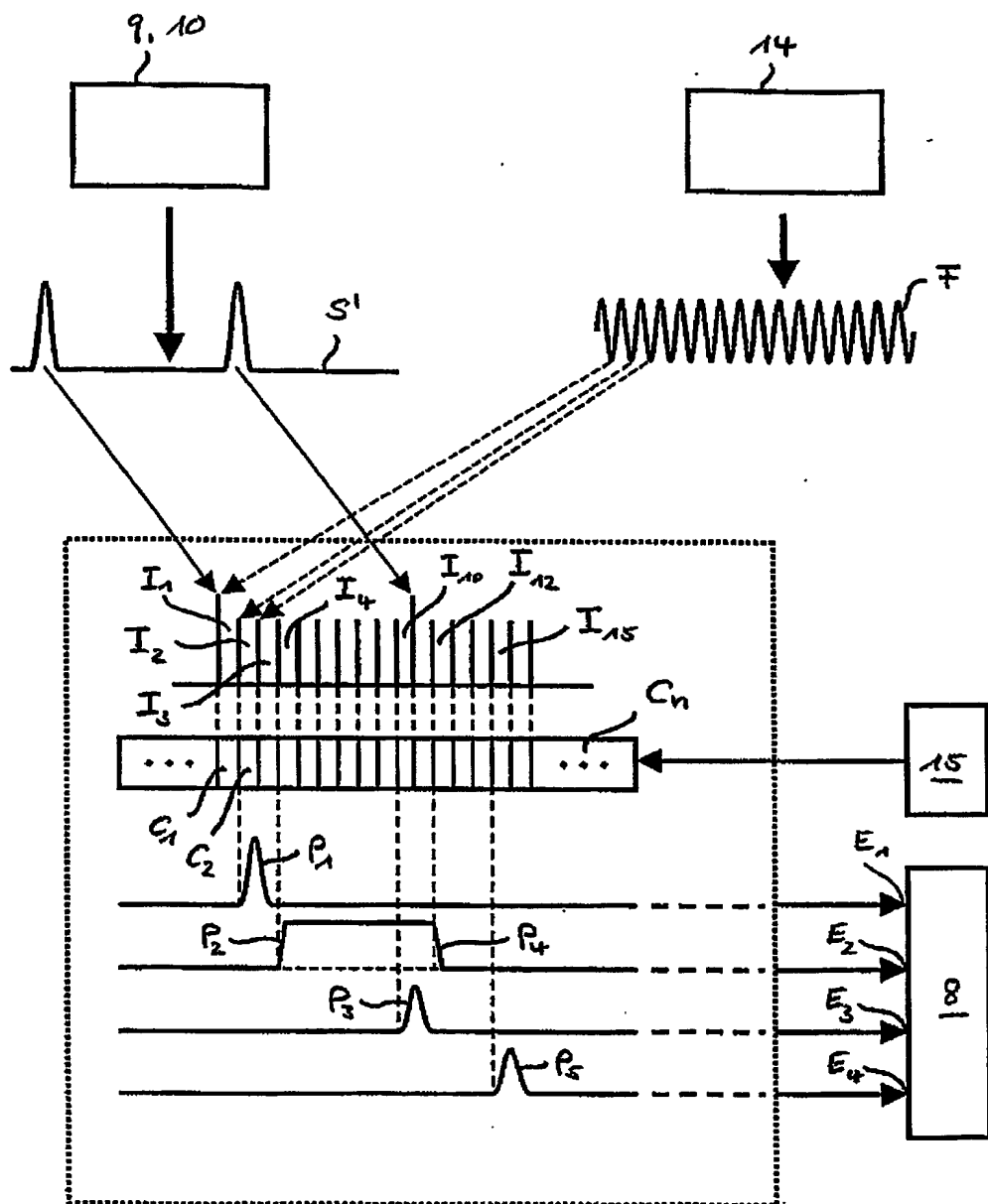


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.